

35.C15390



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
Takehiko NAKAI)	Examiner: Unassigned
Application No.: 09/866,587)	Group Art Unit: 2872
Filed: May 30, 2001)	
For: DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENT)	August 17, 2001
AND OPTICAL SYSTEM HAVING)	
THE SAME)	

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

JAPAN

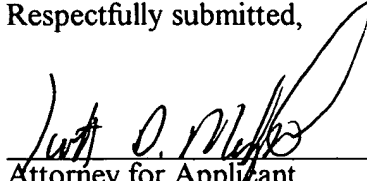
2000-162572

May 31, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010 All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant
Scott D. Malpede
Registration No. 32,533

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

SDM/dc

DC_MAIN 68652 v 1



本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

09/866,587

Takehi Ko Nakai
May 30, 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-162572

出 願 人

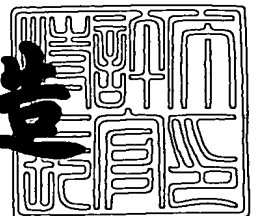
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2001年 6月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3054831

【書類名】 特許願

【整理番号】 4229067

【提出日】 平成12年 5月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

【発明の名称】 回折光学素子及びそれを有する光学系

【請求項の数】 15

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 中井 武彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

 【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

 【識別番号】 100086818

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009623

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9703877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回折光学素子及びそれを有する光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 つのブレード型の格子部を重ね合わされた格子構造を持ち、該格子部の少なくとも 1 つの格子部がその光入射面の全てにおいて使用波長より小さな構造を周期的に並べていることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 2】

使用波長領域全域で、前記回折光学素子に入射する光束の偏光方向により回折方向が異なり、且つ回折される偏光方向の光束が特定の 1 つの次数のみに集中するように構成したことを特徴とする請求項 1 の回折光学素子。

【請求項 3】

前記微細周期構造は 2 種類の材質から構成され、該微細周期構造の 1 周期内の各材質の占める比率が前記格子部の周期方向に異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 項記載の回折光学素子。

【請求項 4】

前記回折光学素子が階段形状の格子部を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 項記載の回折光学素子。

【請求項 5】

前記階段形状の格子部を有する回折光学素子に於いて前記微細周期構造を有する格子部の微細周期構造が格子部の周期方向に異なることを特徴とする請求項 4 項記載の回折光学素子。

【請求項 6】

前記格子部の周期方向で異なる微細周期構造は格子階段部毎に異なることを特徴とする請求項 5 項記載の回折光学素子。

【請求項 7】

前記階段形状の格子部を有する回折光学素子に於いて微細周期構造を有する格子部の微細周期構造が格子厚み方向に異なることを特徴とする請求項 4 項記載の回折光学素子。

【請求項 8】

前記格子厚み方向で異なる微細周期構造は格子階段部毎に異なることを特徴とする請求項 7 項記載の回折光学素子。

【請求項 9】

前記使用波長域が、可視光域であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 項のいずれか 1 項記載の回折光学素子。

【請求項 1 0】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の回折光学素子によって偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束を他方の s 偏光光束または p 偏光光束と射出光束の方向を概一致させるように、対応する位置に偏向手段が設けられていることを特徴とする偏光変換素子。

【請求項 1 1】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の回折光学素子によって偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束に対応して $\lambda/2$ 位相差板が設けられていることを特徴とする偏光変換素子。

【請求項 1 2】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の回折光学素子によって偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束を他方の s 偏光光束または p 偏光光束と射出光束の方向を概一致させるように、対応する位置に偏向手段が設けられており、且つどちらか一方の光束に対応して $\lambda/2$ 位相差板が設けられたことを特徴とする偏光変換素子。

【請求項 1 3】

前記回折光学素子への光束の入射方向と射出方向がほぼ平行となるような光学部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 0 から 1 2 のいずれか 1 項の偏光変換素子。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項の偏光変換素子を用いて、s 偏光成分と p 偏光成分とを含む光束を出射する光源部からの光束を画像信号に基づいて変調する変調手段に導光し、該変調手段により変調された光束を投写光学系によって所

定面上に投写していることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 1 5】

前記画像信号は画像処理手段からの信号により制御されていることを特徴とする請求項 1 4 の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は複数の波長、あるいは帯域光で使用する回折光学素子及びそれを用いた偏光変換素子に関し、例えば撮影光学系、投影光学系（プロジェクタ）、画像処理装置、半導体製造装置、等の各種の光学機器に好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より回折光学素子は、色収差を低減する目的の回折レンズとして利用可能なことが S P I E Vol.1354 International Lens Design Conference (1 9 9 0) 等の文献が開示されている。

【0 0 0 3】

或いは波長毎に異なる回折角を利用して色分離を行う目的の色分解格子として利用可能なことが特公平 5 - 0 4 6 1 3 9 などで開示されている。

【0 0 0 4】

また、最近では回折光学素子の格子周期が使用波長よりも小さな微細周期構造を有する SWS 格子 (Sub-wavelength structured grating) と呼ばれる回折光学素子が「光学」2 7 巻 1 号 (1 9 9 8) p. p 1 2 - 1 7 などに開示され注目されてきている。

【0 0 0 5】

この SWS 格子は格子構造によって複屈折波長板、反射防止構造、偏光ビームスプリッタなど様々な機能を有することが知られている。そして、それらの機能において該 SWS 格子への光束の入射角の変化による光学性能変動が少なく、光学的に優れているという報告もなされている。

【0 0 0 6】

このSWS格子の中で偏光ビームスプリッタの機能を有する回折光学素子として図8に示したような構造が「0 plus E」No.136（1991年3月）p. p 86—90に、また図9に示したような構造が「0 plus E」Vol.21, No.12（1999年12月）p. p 1554—1559に開示されている。

【0007】

図8の回折光学素子では格子周期 P_t の一部がSWS格子5から構成されている。SWS格子5は素子境界の材質 n_1 と材質 n_2 から構成される矩形格子であり、微小周期構造の格子周期は p_1 、1周期 P_1 内で材質 n_2 がしめる割合（フィリングファクタ）が f_1 となっている。そして、材質 n_2 側に厚さ d_1 、材質 n_1 側に厚さ d_2 だけの厚みを有している。

【0008】

図9の回折光学素子においても格子周期 P_t の一部がSWS格子5から構成されている。この構成では、材質 n_1 と材質 n_2 からなる多層膜の一部が三角格子からなるSWS格子となっており、素子境界で材質 n_3 と接している。

【0009】

図8、図9のいずれの場合も入射する光束に対して、S偏光成分は0次回折光として一方向に伝播するのに対し、p偏光成分は±1次回折光の2方向に伝播している。このことは、偏光方向によって射出光束の光量が約2倍異なることを意味しており、偏光分離素子として色々な応用を考えると好ましくない。

【0010】

次に、薄膜を用いた偏光分離素子として図10に示す偏光ビームスプリッタ100がよく知られている。これは2つの三角柱プリズム101を接合する境界面102に薄膜を用い、偏光方向により境界面で透過または反射させることで偏光を分離している。

【0011】

それぞれの偏光光束は、設計された入射角度で入射した場合は、ほぼ100%に近い値で透過または反射される。ただし、入射する角度が設計値から数度変わると、偏光分離性は著しく劣化してしまう欠点を有している。

【0012】

また、最近、薄膜の偏光分離素子を応用した機能素子として、図 1 1 に示す偏光変換素子 1 0 3 が例えば特開平 1 0 - 0 3 9 1 3 6 号公報などで提案されている。

【 0 0 1 3 】

構成を説明すると、遮光部材 6 に設けられた開口部 A1 から入射されるランダムな偏光方向を有する光束 L a は、偏光分離薄膜 1 0 2 により p 偏光成分と s 偏光成分に分離される。

【 0 0 1 4 】

p 偏光成分は、偏光分離薄膜 1 0 2 を透過した後、射出側に設けられた 1 / 2 波長板 8 で偏光方向を s 偏光に変換され射出する。

【 0 0 1 5 】

一方 s 偏光成分は偏光分離薄膜 1 0 2 で反射した後、反射ミラー 1 0 5 で反射され、s 偏光のまま、射出する。

【 0 0 1 6 】

従って、ランダムな偏光方向を有する光束 L a が、射出時には s 偏光成分にそろって射出することになる。

【 0 0 1 7 】

この偏光変換素子 1 0 3 は液晶など偏光特性を有する素子を照明する光束として光量ロスをなくし、効率よく照明するのに適している。

【 0 0 1 8 】

しかし、製造的には平板ガラス 1 0 4 に偏光分離薄膜 1 0 2 と反射ミラー 1 0 5 を交互に重ねて接合したものを斜めに切断し、切断面を研磨し、一部に 1 / 2 波長板 8 を貼り付けることで素子を作成している。

【 0 0 1 9 】

この方法は作業工程が多く、かなり複雑な素子となっている。

【 0 0 2 0 】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来例における、SWS格子を用いた回折光学素子はその構造から特定の偏光方向の光束が、異なる 2 方向に分離される為、光束の使用効率の点で問題があ

る。一方、薄膜の偏光分離素子では、入射角特性が敏感だったり、又、製造方法が複雑だったりする等の問題がある。

【 0 0 2 1 】

本発明は、SWS格子の構成を適切に設定することにより、各偏光方向に対応する回折方向が特定の次数にのみ回折するようにし、薄膜構成の偏光分離素子と同様の使用ができる回折光学素子及びそれを用いた偏光変換素子の提供を目的とする。

【 0 0 2 2 】

この他、本発明は、製造的にも優れたSWS格子構造を有した偏光分離を行う回折光学素子及びそれを用いた偏光変換素子の提供を目的とする。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の回折光学素子は少なくとも2つのブレード型の格子部を重ね合わされた格子構造を持ち、該格子部の少なくとも1つの格子部がその光入射面の全てにおいて使用波長より小さな構造を周期的に並べていることを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

請求項2の発明は請求項1の発明において使用波長領域全域で、前記回折光学素子に入射する光束の偏光方向により回折方向が異なり、且つ回折される偏光方向の光束が特定の1つの次数のみに集中するように構成したことを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において前記微細周期構造は2種類の材質から構成され、該微細周期構造の1周期内の各材質の占める比率が前記格子部の周期方向に異なることを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

請求項4の発明は請求項1又は2の発明において前記回折光学素子が階段形状の格子部を有することを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

請求項 5 の発明は請求項 4 の発明において前記階段形状の格子部を有する回折光学素子に於いて前記微細周期構造を有する格子部の微細周期構造が格子部の周期方向に異なることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

請求項 6 の発明は請求項 5 の発明において前記格子部の周期方向で異なる微細周期構造は格子階段部毎に異なることを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

請求項 7 の発明は請求項 4 の発明において前記階段形状の格子部を有する回折光学素子に於いて微細周期構造を有する格子部の微細周期構造が格子厚み方向に異なることを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

請求項 8 の発明は請求項 7 の発明において前記格子厚み方向で異なる微細周期構造は格子階段部毎に異なることを特徴としている。

【 0 0 3 1 】

請求項 9 の発明は 1 から 8 のいずれか 1 項の発明において前記使用波長域が、可視光域であることを特徴としている。

【 0 0 3 2 】

請求項 1 0 の発明の偏光変換素子は請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の回折光学素子によって偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束を他方の s 偏光光束または p 偏光光束と射出光束の方向を概一致させるように、対応する位置に偏向手段が設けられていることを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 1 の発明の偏光変換素子は請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の回折光学素子によって偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束に対応して $\lambda / 2$ 位相差板が設けられていることを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 2 の発明の偏光変換素子は請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の回折光学

素子によって偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束を他方の s 偏光光束または p 偏光光束と射出光束の方向を概一致させるように、対応する位置に偏向手段が設けられており、且つどちらか一方の光束に対応して $\lambda/2$ 位相差板が設けられたことを特徴としている。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 3 の発明は請求項 1 0 から 1 2 のいずれか 1 項の発明において、前記回折光学素子への光束の入射方向と射出方向がほぼ平行となるような光学部材が設けられていることを特徴としている。

【 0 0 3 6 】

請求項 1 4 の発明の投写型表示装置は請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項の偏光変換素子を用いて、s 偏光成分と p 偏光成分とを含む光束を出射する光源部からの光束を画像信号に基づいて変調する変調手段に導光し、該変調手段により変調された光束を投写光学系によって所定面上に投写していることを特徴としている。

【 0 0 3 7 】

請求項 1 5 の発明は請求項 1 4 の発明において、前記画像信号は画像処理手段からの信号により制御されていることを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

【発明の実施の形態】

（実施形態 1）

図 1 は本発明の偏光分離を行う回折光学素子の実施形態 1 の斜視図である。

【 0 0 3 9 】

偏光分離を行う回折光学素子 1 は基板 2 の上に偏光分離を行う回折格子 3 を設けている。

【 0 0 4 0 】

回折格子 3 は 1 次元のブレード型の格子形状からなり、図中 A-A' の方向に格子周期 P_t を有している。そして、この回折光学素子 1 に入射した光束は偏光方向により回折方向が異なり、且つ各偏光方向の光束の回折する方向が特定の次

数のみに回折されるように設定している。

【 0 0 4 1 】

図 2 は図 1 の回折光学素子 1 を図中 A-A '断面で切断した断面形状の一部の説明図である。

【 0 0 4 2 】

本発明の回折光学素子 1 を構成する回折格子 3 の断面格子形状は、基板 2 上に設けられたブレード型の第 1 の回折格子部 4 と、第 1 の回折格子部 4 の上に形成されたブレード型の第 2 の回折格子部 5 から構成されている。

【 0 0 4 3 】

そして、いずれか一方の回折格子部（図中は第 2 の回折格子部 5）は、光入射面全面が使用波長より小さな微細周期構造を有する SWS 格子（Sub-Wavelength structured grating）となっている。

【 0 0 4 4 】

そして全回折格子部 4， 5 を通して一つの偏光分離を行う回折光学素子として作用している。

【 0 0 4 5 】

さらに回折格子 3 の形状について補足説明をおこなう。基板 2 の上に形成された回折格子 3 は、材質 $n_1(\lambda)$ と材質 $n_2(\lambda)$ の境界に作成されている。前記第 1 の回折格子部 4 は材質 $n_2(\lambda)$ からなり、格子ピッチ P_t 、格子厚 d_1 の鋸歯形状をもつ 1 次元回折格子部である。

【 0 0 4 6 】

一方前記第 2 の回折格子部 5 は、材質 $n_1(\lambda)$ と材質 $n_2(\lambda)$ が波長より小さな微細周期で繰り返される SWS 格子構造を有しており、SWS 格子の格子ピッチは P_1 、格子ピッチ P_1 内で材質 $n_2(\lambda)$ の占める割合が f_1 （以下フィリングファクタという）となっている。

【 0 0 4 7 】

形状は前記第 1 の回折格子部 4 の格子ピッチ P_t と平行な周期の 1 次元矩形格子形状である。

【 0 0 4 8 】

そして、このSWS格子の格子厚は厚さ $d_1 + D + d_2$ から厚さ D に周期方向で単調に変化し、その厚さの変化は前記格子ピッチ p_1 の周期で繰り返される。

【 0 0 4 9 】

実施形態 1 においてSWS格子の格子ピッチ p_1 とフィリングファクタ f_1 は常に一定の値である。

【 0 0 5 0 】

次に具体的な数値をもとに本実施形態の回折光学素子の構成を説明する。微小な周期構造がSWS格子としての特性を示すためには、周期が使用波長に対して十分小さい必要がある。

【 0 0 5 1 】

具体的には、回折の式

$$n_2(\lambda) \sin \theta_2 - n_1(\lambda) \sin \theta_1 = m \lambda / p_1 \cdots (1)$$

ここで、 $n_1(\lambda)$ 、 $n_2(\lambda)$ は入射側と射出側の材料（材質）の屈折率、 θ_1 は光束の入射角、 θ_2 は光束の射出角（回折角）、 m は回折次数、 λ は使用波長、 p_1 は微小周期構造の周期（ピッチ）である。

【 0 0 5 2 】

回折光学素子を光学系の一部に適用した場合、伝播する光が 0 次回折光しか成立しないようなピッチ p_1 を選べば良い。

【 0 0 5 3 】

簡単な数値例で説明を補足する。使用波長を 400 nm とし、入射側の材料の屈折率を $n_1(\lambda = 400 \text{ nm}) = 1.0$ 、射出側の材料の屈折率を $n_2(\lambda = 400 \text{ nm}) = 1.5$ とする。

【 0 0 5 4 】

この回折光学素子に微細周期方向に垂直な方向から光束が入射した場合（ $\theta_1 = 0^\circ$ ）を考える。 $m = 1$ とし、射出角を 90° とした場合（1）式から微細周期構造の周期 p_1 は $p_1 = 0.27 \mu\text{m}$ となる。

【 0 0 5 5 】

従って、格子ピッチ p_1 が $p = 0.27 \mu\text{m}$ 以下では、微細周期構造によって、回折する光束は（1）式の解が存在しないため、発生しない。

【 0 0 5 6 】

そのため伝播する光束は、微細周期構造に対しては、0次回折光だけとなる。

【 0 0 5 7 】

0次回折光の回折の式は、(1)式の $m=0$ であり、これは屈折におけるスネルの式と等価である。

【 0 0 5 8 】

このような条件にすることで、微細周期構造はSWS格子としての特異な性質である構造複屈折を持つことになる。またこの条件にすることで、SWS格子での回折は生じないので、偏光分離を行う回折光学素子としての回折分離を考える際に、微細周期構造での回折は考慮しなくてよいことになる。

【 0 0 5 9 】

以上説明したように、微小周期構造を有する偏光分離を行う回折光学素子は、微細周期構造の周期(ピッチ)が上述の状態を満足するように、使用波長全域で、使用入射角の範囲で成立するように微小周期を決定する必要がある。

【 0 0 6 0 】

上記微小周期構造を有する偏光分離素子による偏光分離特性を図3に示す。

【 0 0 6 1 】

入射する光束のp偏光成分を格子ピッチ P_t からなる1次元回折光学素子の0次回折光、s偏光成分を1次回折光として分離するように構成している。

【 0 0 6 2 】

微小周期構造の周期 p_1 を $0.2\mu m$ 、 f_1 を 0.56 とし、材料1は空気、材料2が紫外線硬化樹脂($nd=1.6363$ 、 $vd=22.8$)からなるものとする。

【 0 0 6 3 】

格子厚 d_1 は $2.32\mu m$ 、 d_2 は $3.88\mu m$ 、 D は $0.5\mu m$ としている。

【 0 0 6 4 】

p偏光成分s偏光成分ともに、可視域全域でほぼ98%以上の良好な特性を有していることがわかる。

【 0 0 6 5 】

以上説明した構成では基板 2 の上に回折格子 3 を設けているが、石英の基板などを用い、エッチングなどで形状を直接基板上に作成してもよい。

【 0 0 6 6 】

また、微小周期構造の周期と回折格子部の周期が平行となるようにしたが、これに限定するものではなく直交するように構成しても良い。

(実施形態 2)

図 4 は本発明の回折光学素子の実施形態 2 の要部断面図である。本実施形態の特徴は、入射する側の微細周期格子の端面が格子周期方向と平行に揃うような構成としたことである。

【 0 0 6 7 】

実施形態 1 では微細周期構造の格子ピッチ p_1 とフィリングファクタ f_1 は一定の値を有していた。

【 0 0 6 8 】

それに対し、実施形態 2 では、端面を平行にするために、フィリングファクタ f_s を第 2 の回折格子部 5 の格子ピッチ p_t 内で変化させている。

【 0 0 6 9 】

具体的には、SWS格子の深いほうのフィリングファクタの値を大きく、薄いほうのフィリングファクタの値を小さくする。

【 0 0 7 0 】

図では、格子ピッチ P_t 内に 9 つの微細格子がある構成である。従って上の関係は、

$f_1 > f_2 > f_3 > f_4 > f_5 > f_6 > f_7 > f_8 > f_9$, f_s ; $1 \leq s \leq 9$
と表される。

【 0 0 7 1 】

つまり、格子の深いほうは材質 2 の割合が材質 1 の空気に対して多くなるので、見かけの屈折率は材質 2 に近くなり、材質 2 と材質 1 の空気の割合が等しいとき（フィリングファクタが $f_s = 0.5$ ）のときに比べて屈折率は高くなる。

【 0 0 7 2 】

一方格子の薄いほうは材質 2 の割合が材質 1 の空気に対して少なくなるので、

見かけの屈折率は材質 1 の空気に近くなり、材質 2 と材質 1 の空気の割合が等しいとき（フィリングファクタが $f_s = 0.5$ ）のときに比べて屈折率は低くなる。

【 0 0 7 3 】

この効果により、格子の深いほうの格子厚を相対的に薄くでき、フィリングファクタを最適化することで、入射する側の微細周期格子の端面が格子周期方向と平行に揃うような構成が可能になる。この構成はSWS格子をエッチングで作成する場合、マスクを密着できるので微細周期構造を性能よく作成できる。

【 0 0 7 4 】

本実施形態では、SWS格子の格子ピッチも徐々に変えても良い。格子が薄くなる方向にSWS格子が成立する範囲で格子ピッチを大きくすることで、矩形格子の材質 2 の絶対幅が小さくなることを抑制でき、製造的に好ましい。

（実施形態 3）

図 5 は本発明の第 3 の実施形態 3 の要部概略図である。

【 0 0 7 5 】

本実施形態の特徴は、実施形態 2 における第 1 の回折格子部 4 の格子形状を階段格子としたことである。また、階段に対応して格子周期方向のSWS格子のフィリングファクタ f_s を変えている。図では、格子ピッチ P_t 内に 8 つの微細格子がある構成である。また階段格子は 4 段の階段形状となっている。

【 0 0 7 6 】

従って上の関係は、

$$f_1 = f_2 > f_3 = f_4 > f_5 = f_6 > f_7 = f_8 \quad f_s ; 1 \leq s \leq 8$$

と表される。この構成だと、4種類のマスクを用いれば、比較的簡単にエッチング技術で素子を作成することができる。

【 0 0 7 7 】

さらに、図 6 に示すようにフィリングファクタ f_s を階段形状に対応して前述の格子周期方向に変えるのではなく、深さ方向で変えてもよい。

【 0 0 7 8 】

図 6 において格子ピッチ P_S 内での材質 2 の占める割合である。

【0079】

ファイリングファクタ f_s は階段格子を高さ方向（深さ方向）で深さに応じて2段、3段… n 段と変化させている。

（実施形態4）

図7は本発明の偏光分離を行う回折光学素子を用いた偏光変換素子の構成の実施形態1の説明図である。

【0080】

図7において遮光部材6に設けられた開口部A1から入射されるランダムな偏光方向を有する光束 L_a は、基板2上に形成された回折格子3に入射する。

【0081】

偏光分離を行う回折光学素子において、 p 偏光成分 p は0次回折光として回折せずに直進し、 s 偏光成分 s は1次回折光として回折分離される。

【0082】

p 偏光成分は、回折光学素子1を透過した後、射出側に設けられた1/2波長板8で偏光方向を s 偏光に変換され射出する。

【0083】

一方 s 偏光成分は回折格子3で回折した後、プリズム7で偏向され、前記1/2波長板8を通過した光束と射出方向がそろえられ s 偏光のまま射出する。

【0084】

従って、ランダムな偏光方向を有する光束 L_a が、射出時には s 偏光成分にそろった光束として射出することになる。

【0085】

さらに、前記構成で、プリズム（偏向手段）7を格子形状で作成し、且つ1/2波長板8もSWS格子の格子構造を変えることで作成すれば、回折光学素子1と同じ製造方法で作成でき好ましい。

【0086】

本実施形態では、プリズム（偏向手段）7によって

偏光方向により異なる回折方向に偏光分離された p 偏光光束または s 偏光光束のどちらか一方の光束を他方の s 偏光光束または p 偏光光束と射出光束の方向を

概一致させている。

【 0 0 8 7 】

又、偏向手段 7 は、回折光学素子 1 への光束の入射方向と射出方向がほぼ平行となるような光学部材としての作用を有している。

【 0 0 8 8 】

以上説明したように、各実施形態の回折光学素子では、少なくとも 2 種類の回折格子を重ね合わされた格子構造を持ち、該回折格子の少なくとも 1 種類の回折格子部が使用波長より小さな微細周期構造を有するように構成することにより、使用波長領域全域で、該回折光学素子に入射する光束の偏光方向により回折方向が異なり、且つ各偏光方向の光束が回折する方向が特定の次数のみに回折するようにしている。

【 0 0 8 9 】

又、各実施形態の回折光学素子では、従来の薄膜と同様な用途に使用することが可能になり、SWS格子自体の持つ優れた入射角特性などが有効に活用できる。

【 0 0 9 0 】

又、各実施形態の回折光学素子を偏光変換素子に適用すれば、簡易な構成で高精度な偏光変換素子を達成することができる。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 は、本発明の偏光変換素子を用いた投影装置の要部概略図である。

【 0 0 9 2 】

図 1 2 において 1 2 は、s 偏光成分と p 偏光成分とを含む光束を出射する光源部である。

【 0 0 9 3 】

1 1 は、反射鏡であり、光源部 1 2 からの光束のうち偏光変換素子 1 3 と反対側に射出した光束を偏光変換素子 1 3 側に反射させている。

【 0 0 9 4 】

偏光変換素子 1 3 は、前述した構成を有しており、光源部 1 2 からの光を s 偏光または p 偏光のうちいずれか一方の偏光方向を有する光束として出射している。1 4 は、液晶素子等から成る光変調手段（液晶パネル）であり、偏光変換素子

1 3 からの出射光を与えられた画像信号に基づいて変調している。

【 0 0 9 5 】

1 6 は投写光学系であり、光変調手段 1 4 により変調された光束をスクリーン 1 7 に投写し、スクリーン 1 7 上に画像を形成している。

【 0 0 9 6 】

尚、変調手段 1 4 に表示される画像信号は、パソコン等の画像処理手段 1 8 により制御されている。

【 0 0 9 7 】

【発明の効果】

本発明によれば、SWS格子の構成を適切に設定することにより、各偏光方向に対応する回折方向が特定の次数にのみ回折するようにし、薄膜構成の偏光分離素子と同様の使用ができる回折光学素子及びそれを用いた偏光変換素子を達成することができる。

【 0 0 9 8 】

この他、本発明によれば、製造的にも優れたSWS格子構造を有した偏光分離を行う回折光学素子及びそれを用いた偏光変換素子を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態 1 の回折光学素子の斜視図

【図 2】

本発明の実施形態 1 の回折光学素子の断面形状の説明図

【図 3】

本発明の実施形態 1 の回折光学素子の各偏光での回折効率の説明図

【図 4】

本発明の実施形態 2 の回折光学素子の断面形状の説明図

【図 5】

本発明の実施形態 3 の回折光学素子の断面形状の説明図

【図 6】

本発明の実施形態 3 の他の回折光学素子の断面形状の説明図

【図 7】

本発明の実施形態 1 の偏光変換素子の説明図

【図 8】

従来例の偏光分離型の回折光学素子の断面形状の説明図

【図 9】

従来例の他の偏光分離型の回折光学素子の断面形状の説明図

【図 1 0】

従来例の薄膜偏光ビームスプリッタの断面形状の説明図

【図 1 1】

従来例の偏光変換素子の説明図

【図 1 2】

本発明の回折光学素子を用いた投影装置の要部概略図

【符号の説明】

- 1、回折光学素子
- 2、素子基板
- 3、回折格子
- 4、第 1 の回折格子部
- 5、第 2 の回折格子部
- 6、遮光部
- 7、プリズム
- 8、 $1/2$ 波長板
- 1 0 0、偏光ビームスプリッタ
- 1 0 1、三角プリズム
- 1 0 2、偏光分離薄膜
- 1 0 3、従来の偏光変換素子
- 1 0 4、平板ガラス
- 1 0 5、反射ミラー
- 1 1、反射鏡
- 1 2、光源

1 3、偏光変換素子

1 4、変調手段

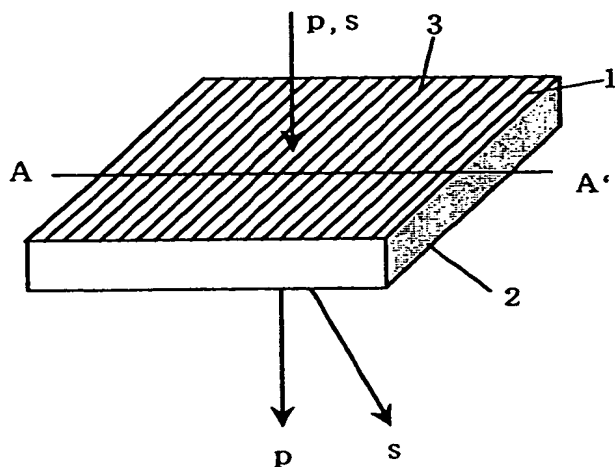
1 6、投射光学系

1 7、スクリーン

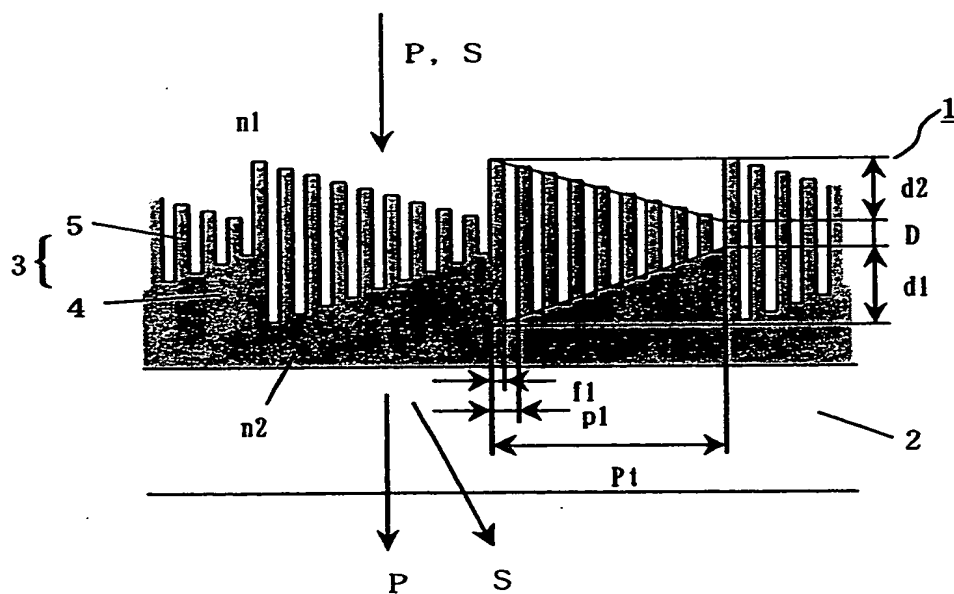
1 8、画像処理手段

【書類名】 図面

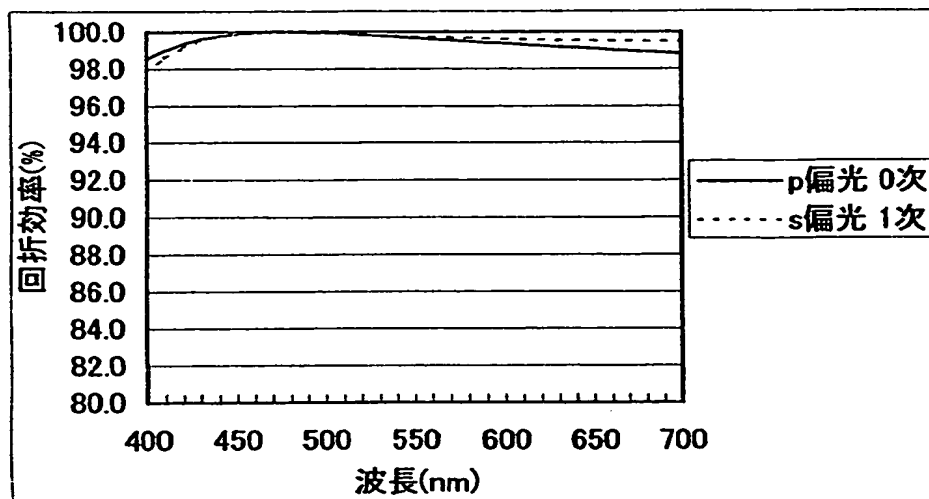
【図 1】



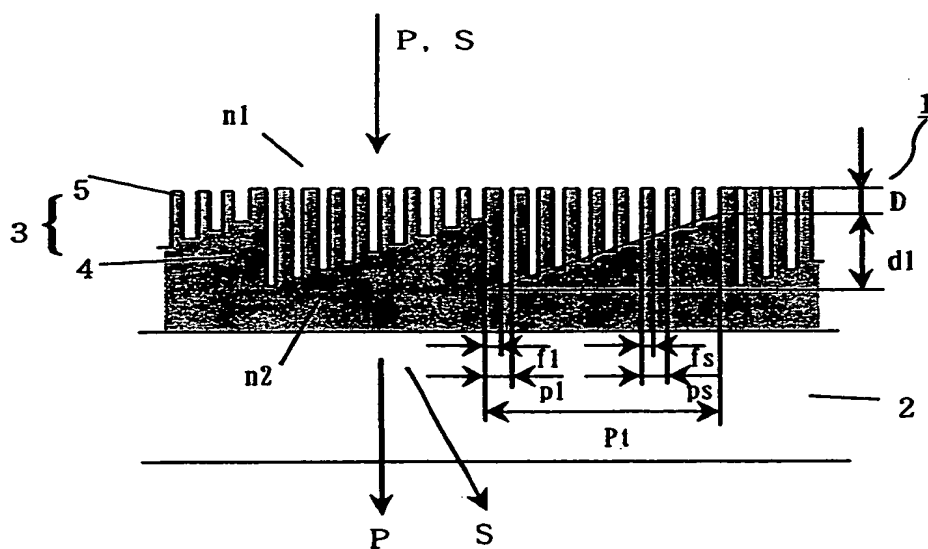
【図 2】



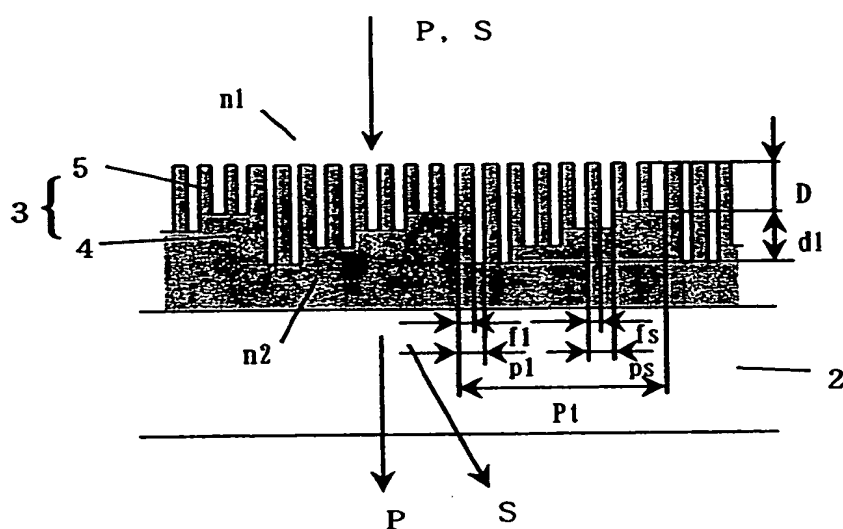
【図 3】



【図 4】

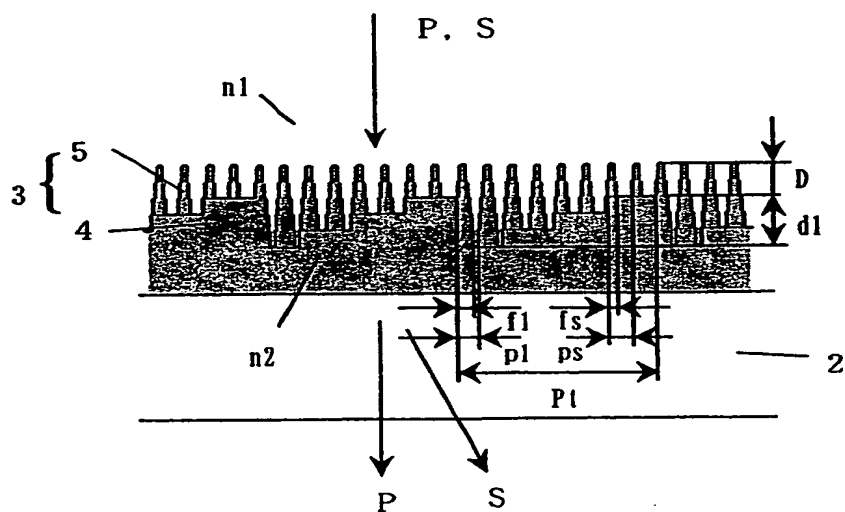


【図 5】

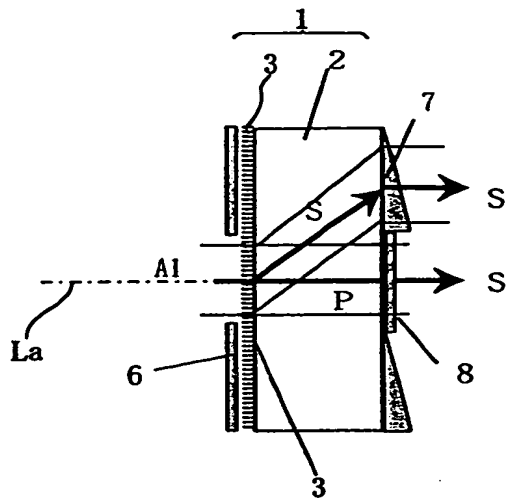


【図 6】

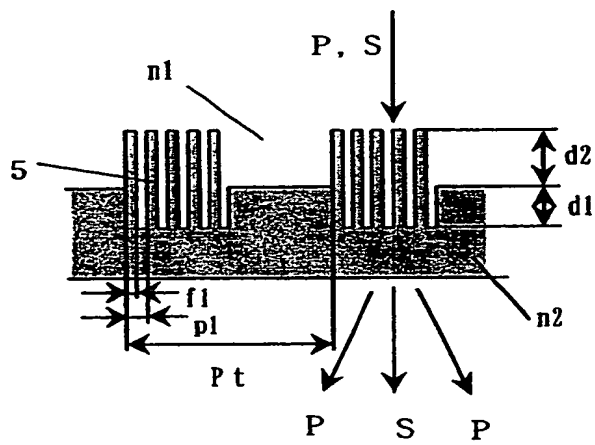
6]



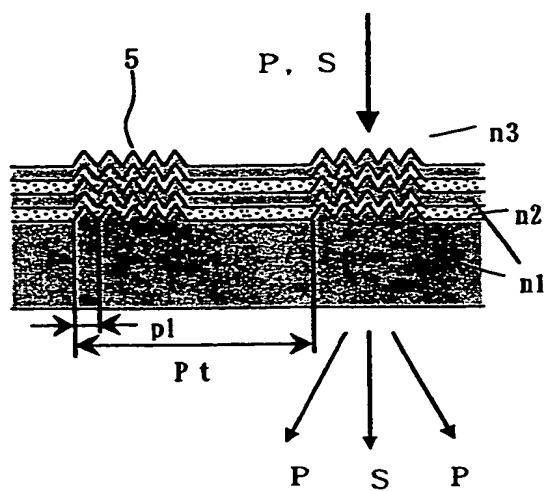
【図 7】



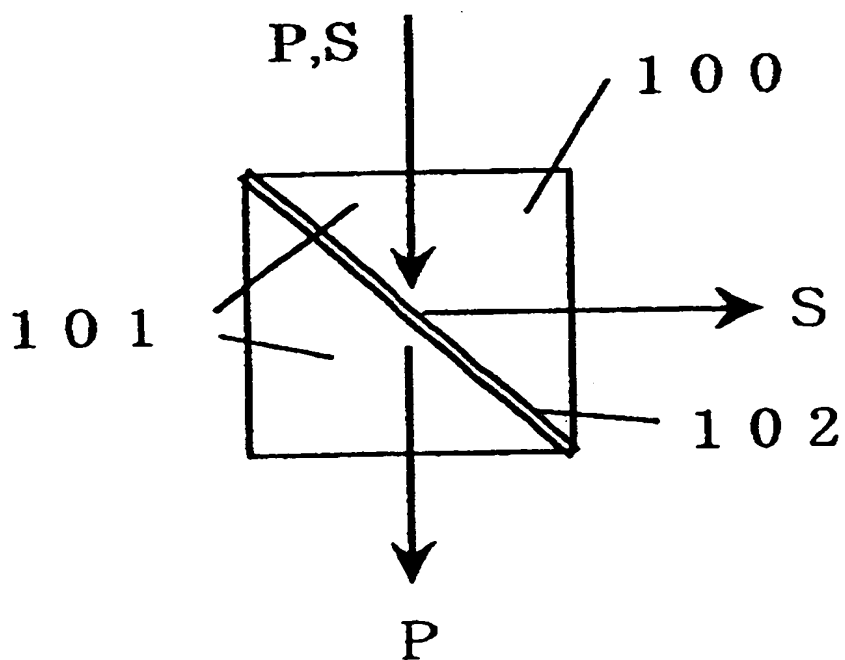
【図 8】



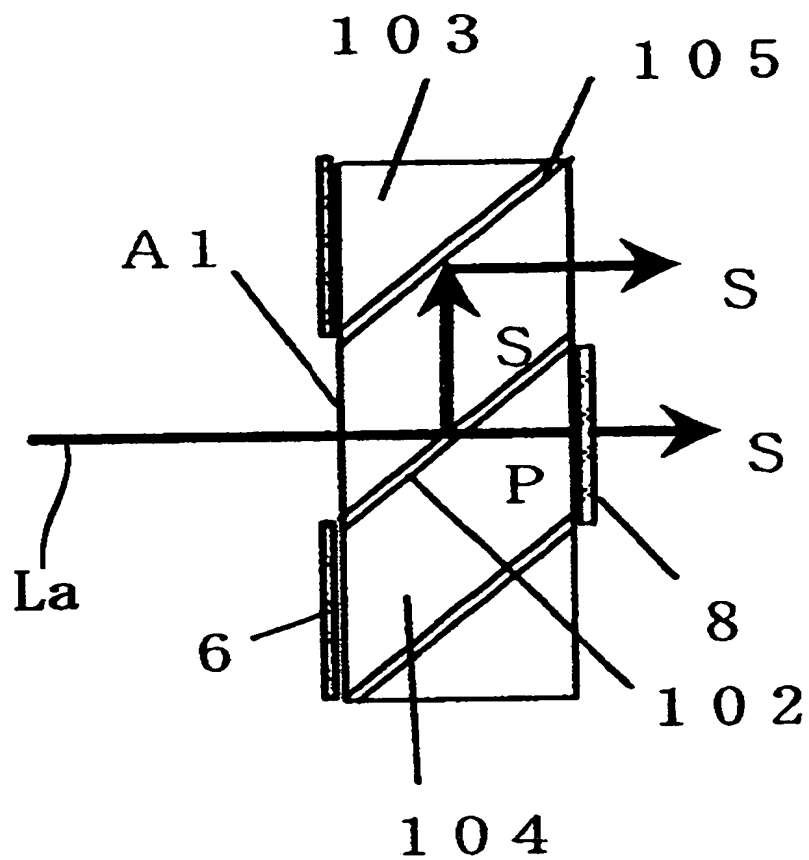
【図9】



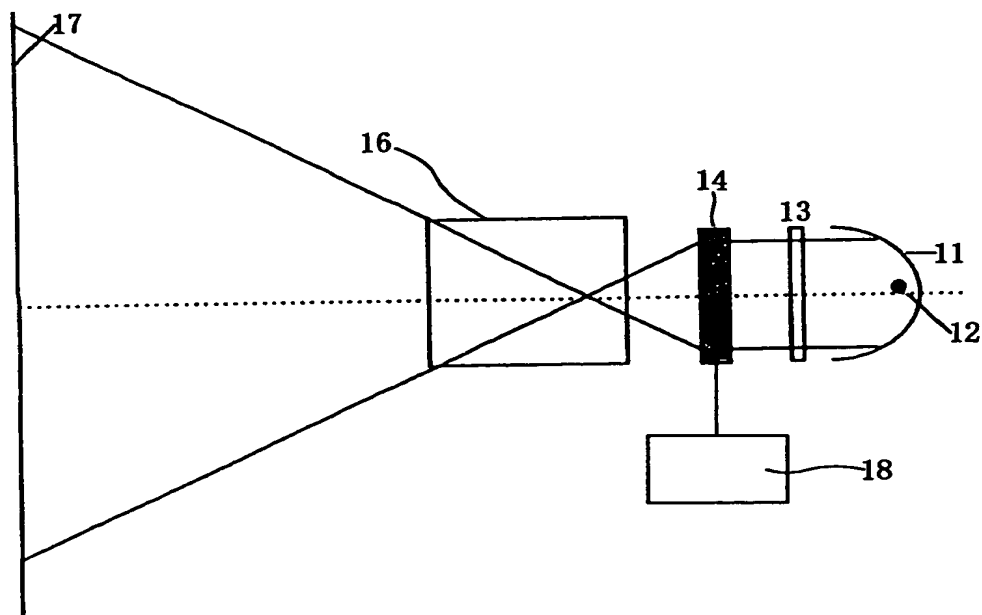
【図10】



【図11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用波長全域で入射光を各偏光方向に効率的に分離することができる製造が容易な回折光学素子及びそれを用いた偏光分離素子を得ること。

【解決手段】 少なくとも2種類の格子部を重ね合わされた格子構造を持ち、該格子部の少なくとも1種類の格子部がその光入射面の全てにおいて使用波長より小さな微細周期構造を有していることを特徴としている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名	キヤノン株式会社